

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

20024092-01

04

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-219568

[ST.10/C]:

[JP2002-219568]

出 願 人

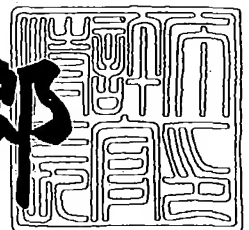
Applicant(s):

ブラザー工業株式会社

2003年 2月21日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3009423

【書類名】 特許願

【整理番号】 2001099400

【提出日】 平成14年 7月29日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C04B 35/49  
H01L 41/187

【発明の名称】 圧電磁器組成物及びこれを用いたインクジェットヘッド  
用圧電アクチュエータ

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区苗代町 1 5 番 1 号 ブラザー工業株式会  
社内

    【氏名】 水野 茂

【特許出願人】

    【識別番号】 000005267

    【氏名又は名称】 ブラザー工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098431

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山中 郁生

    【連絡先】 0 5 2 - 2 1 8 - 7 1 6 1

【選任した代理人】

    【識別番号】 100097009

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 富澤 孝

【選任した代理人】

    【識別番号】 100105751

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 岡戸 昭佳

【選任した代理人】

【識別番号】 100109195

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 勝典

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041999

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9506366

【包括委任状番号】 0018483

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電磁器組成物及びこれを用いたインクジェットヘッド用圧電アクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複合ペロブスカイト型化合物の  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  と単純ペロブスカイト型化合物  $\text{PbTiO}_3$  及び  $\text{PbZrO}_3$  とを主成分とする磁器組成物において、

$\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{PbZrO}_3$  を頂点とする三角座標中、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  を X モル%、 $\text{PbTiO}_3$  を Y モル%、 $\text{PbZrO}_3$  を Z モル%とした場合（但し、 $X+Y+Z=100$  とする）、その組成範囲が A 点（ $X=40$ 、 $Y=37$ 、 $Z=23$ ）、B 点（ $X=36$ 、 $Y=37$ 、 $Z=27$ ）、C 点（ $X=33$ 、 $Y=40$ 、 $Z=27$ ）および D 点（ $X=37$ 、 $Y=40$ 、 $Z=23$ ）の各組成点を結ぶ線上およびこの 4 点に囲まれた領域とする範囲を主成分とすることを特徴とする圧電磁器組成物。

【請求項2】 請求項1に記載の圧電磁器組成物において、

前記圧電磁器組成物の分極軸と同一方向に  $1\text{ kV/mm}$  の直流電界を印加した時の圧電変位  $d_{33}$  が  $750\text{ pm/V}$  以上となることを特徴とする圧電磁器組成物。

【請求項3】 請求項1に記載の圧電磁器組成物において、前記主成分に対し、La を  $\text{La}_2\text{O}_3$  で表される酸化物に換算して  $0\sim 0.5\text{ wt\%}$ （0 を除く）の割合で含有することを特徴とする圧電磁器組成物。

【請求項4】 請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の圧電磁器組成物から形成されたことを特徴とするインクジェットヘッド用圧電アクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複合ペロブスカイト型化合物の  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  と単純ペロブスカイト型化合物  $\text{PbTiO}_3$  及び  $\text{PbZrO}_3$  とを主成分とする磁器組成物に関し、特に、比誘電率を低く抑制しつつ大きな歪量を具現することが可能な

圧電磁器組成物及びかかる圧電磁器組成物を使用したインクジェットヘッドの圧電アクチュエータに関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

近年、電子機器の小型化やインテリジェント化に伴って、電子機器に使用される固体変位素子としての圧電磁器組成物の重要性がますます増加している。現在圧電磁器組成物としては、ペロブスカイト型化合物である  $\text{PbTiO}_3$ （以下、PTと記載することがある）と  $\text{PbZrO}_3$ （以下、PZと記載することがある）の固溶体である  $\text{PbTiO}_3\text{--PbZrO}_3$  固溶体（以下、PZTと記載することがある。）が主に使用されている。

#### 【0003】

また、前記固溶体に複合ペロブスカイト型化合物の  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ （以下、PNNと記載することがある）を固溶させた  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{--PbTiO}_3\text{--PbZrO}_3$  固溶体（以下、PNN-PT-PZと記載することがある）は、比較的大きな歪を示すことから、次世代のセラミックスアクチュエータ材料として注目されている。

#### 【0004】

ここに、参考文献（精密制御用ニューアクチュエータ便覧、日本工業技術振興協会 アクチュエータ研究部会編、（株）フジテクノシステム1994）によれば、前記PNN-PT-PZ固溶体は、50モル％PNN-35モル％PT-15モル％PZ組成付近において、比較的大きな歪（ $\sim 0.12\%$ ）を示し、最大の圧電定数  $d_{33}$ （単位電圧に対する歪量）を示すことが知られている。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、インクジェットプリンタに搭載されるインクジェットヘッドには、インクキャビティの一壁面に圧電アクチュエータを配設するとともに、圧電アクチュエータの通電時に発生する歪を利用してインクキャビティ内のインクをオリフィスから吐出するように構成した圧電タイプのヘッドが存在し、前記PNN-PT-PZ固溶体からなる圧電磁器組成物はインクジェットヘッドの圧電アクチ

ュエータとして使用することが可能なものである。

【0006】

このとき、圧電アクチュエータに用いる圧電磁器組成物の歪量を大きくすることは、圧電アクチュエータの小型化を実現する上で重要であり、また、圧電磁器組成物の比誘電率を低くすることは、低い電力で圧電アクチュエータを駆動して省エネルギー化を実現する上で重要である。

【0007】

しかしながら、前記PNN-PT-PZ固溶体は、50モル%PNN-35モル%PT-15モル%PZ組成付近において、比較的大きな歪（～0.12%）を示すものではあるが、比誘電率が5900と大きく、その結果、圧電アクチュエータを高速応答させるための入力電気エネルギーも増加することとなる。かかる現象は、圧電アクチュエータの電場に対する歪量が大きい場合でも、ヘッド駆動回路にとって必ずしも好ましいこととはいえず、ヘッド駆動回路が大型化してしまう等の問題がある。

【0008】

本発明者は、前記従来の問題点を解消すべく鋭意研究を重ねた結果、PNN-PT-PZ固溶体において、低い比誘電率を有し且つ大きな歪のピーク値を示す組成範囲を見出し、本発明をなすに至ったものである。

即ち、本発明は、比誘電率を低く抑制しつつ大きな歪量を具現することが可能な圧電磁器組成物及びかかる圧電磁器組成物を使用したインクジェットヘッドの圧電アクチュエータを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため請求項1に係る圧電磁器組成物は、複合ペロブスカイト型化合物の $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ と単純ペロブスカイト型化合物 $\text{PbTiO}_3$ 及び $\text{PbZrO}_3$ とを主成分とする磁器組成物において、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{PbZrO}_3$ を頂点とする三角座標中、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ をXモル%、 $\text{PbTiO}_3$ をYモル%、 $\text{PbZrO}_3$ をZモル%とした場合（但し、 $X+Y+Z=100$ とする）、その組成範囲がA点（ $X=40$

、 $Y = 37$ 、 $Z = 23$ ）、B点（ $X = 36$ 、 $Y = 37$ 、 $Z = 27$ ）、C点（ $X = 33$ 、 $Y = 40$ 、 $Z = 27$ ）およびD点（ $X = 37$ 、 $Y = 40$ 、 $Z = 23$ ）の各組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域とする範囲を主成分とすることを特徴とする。

## 【0010】

また、請求項2に係る圧電磁器組成物は、請求項1に記載の圧電磁器組成物において、前記圧電磁器組成物の分極軸と同一方向に $1\text{ kV/mm}$ の直流電界を印加した時の圧電変位 $d_{33}$ が $750\text{ pm/V}$ 以上となることを特徴とする。

## 【0011】

更に、請求項3に係る圧電磁器組成物は、請求項1に記載の圧電磁器組成物において、主成分に対し、Laを $\text{La}_2\text{O}_3$ で表される酸化物に換算して $0 \sim 0.5\text{ wt\%}$ （0を除く）の割合で含有することを特徴とする。

## 【0012】

また、請求項4に係るインクジェットヘッド用圧電アクチュエータは、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の圧電磁器組成物から形成されたことを特徴とする。

## 【0013】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化した実施形態に係る圧電磁器組成物について図1を参照しつつ説明する。図1は本実施形態に係る圧電磁器組成物の組成領域を三角座標で表した説明図である。

## 【0014】

本実施形態に係る圧電磁器組成物は、図1に示すように、A点（ $X = 40$ モル%、 $Y = 37$ モル%、 $Z = 23$ モル%）、B点（ $X = 36$ モル%、 $Y = 37$ モル%、 $Z = 27$ モル%）、C点（ $X = 33$ モル%、 $Y = 40$ モル%、 $Z = 27$ モル%）およびD点（ $X = 37$ モル%、 $Y = 40$ モル%、 $Z = 23$ モル%）の各組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域とする範囲を主成分としている。

## 【0015】

かかる組成を有する本実施形態の圧電磁器組成物においては、その分極軸と同

一方向に1 kV/mmの直流電界を印加した時の圧電変位 $d_{33}$ は750 pm/V以上となり、高い歪量を得ることができる。

ここに、前記組成を有する圧電磁器組成物の1 kHzにおける比誘電率は、3550～1700の範囲に存在しており、比誘電率の値はかなり低い値に維持されている。

#### 【0016】

また、前記圧電磁器組成物の主成分に対して、Laを $\text{La}_2\text{O}_3$ で表される酸化物に換算して0～0.5 wt% (0を除く)の割合で含有させることにより、750 pm/V以上の高い圧電変位 $d_{33}$ を維持し、且つ、比誘電率の値を前記した低い値の範囲に維持しつつ、機械的品質係数( $Q_m$ )を低下させることができる。これにより、かかる圧電磁器組成物からインクジェットヘッド用圧電アクチュエータを形成した場合には、低電圧で駆動することが可能となり、ヘッド駆動回路の小型化を図ることができる。

#### 【0017】

本実施形態に係る圧電磁器組成物を生成するには、出発原料として酸化鉛(PbO)、酸化ニッケル(NiO)、酸化ニオブ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )及び酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )が使用される。これらの材料は酸化鉛のみ過剰に秤量し、他の酸化物については求める組成物の化学量論比にすべく秤量される。添加物については、焼結後の組成物の全量に対して秤量する。これらを混合した後、錠剤、角柱等の適宜の形態に成形して大気中、好適には950～1050℃で1～2時間加熱処理する。

#### 【0018】

ここに、前記材料の混合方法としては、乾式混合、湿式混合、また、成形方法としては、金型プレス法や湿式プレス法、加熱処理方法としては、大気中での加熱処理が好適なものとして例示されるが、これらに限定されるものではない。

#### 【0019】

前記のように熱処理した材料は、酸性の水溶液、例えば1Nの酢酸水溶液を用いて未反応物を溶解し、濾過操作によって粒子を分離する。次に、得られた粒子を金型プレス機によって成型した後、PbO雰囲気または大気中、1200～12



60℃で1～3時間焼成して焼結体を作製する。焼結手段としては、例えば、普通焼結法、加圧焼結法等が例示されるが、これらに限定されるものではない。

【0020】

次に、前記圧電磁器組成物につき実施例に基づいて具体的に説明する。

【0021】

(実施例1)

#### ①出発原料

出発原料としては、酸化鉛(PbO)、酸化ニッケル(NiO)、酸化ニオブ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )および酸化ジルコニウム( $\text{ZrO}_2$ )を使用した。尚、これらの材料は酸化鉛のみ過剰に秤量し、他の酸化物については求める組成物の化学量論比にすべく秤量した。

【0022】

#### ②混合・加熱処理

前記各材料を混合した後、錠剤の形態に成形して大気中にて1050℃で1時間加熱処理した。ここに、材料の混合方法としては、乾式混合ならびに湿式混合を併用し、また、1Nの酢酸水溶液を用いて未反応物を溶解し、濾過操作によって粒子を分離乾燥した。

【0023】

#### ③成型・焼成

次に、得られた粒子を適量のバインダーと混合造粒した後、金型プレス機によって成型した。その後大気中にて1220℃で3時間焼成して焼結体を作製した。

【0024】

#### ④研磨・電極形成・分極処理

前記焼結体を厚さ1mmに研磨した後両面に銀電極を焼き付け、シリコン油中、2kV/mmで30分分極処理を行った。

【0025】

#### ⑤圧電特性の測定

24時間後、前記のように得られた焼結体の圧電特性をレーザー変位計を用い

て測定した。かかる測定結果が表 1 に示されている。ここに、表 1 には、前記のように生成された各種組成を有する試料番号 1 ～ 39 のそれぞれについて、その分極軸と同一方向に  $1 \text{ kV/mm}$  の直流電界を印加した時の圧電変位  $d_{33}$  が示されている。尚、図 2 には、前記試料番号 1 ～ 39 のそれぞれに対応する組成を三角座標に示した。

【0026】

【表1】

## 各組成点における圧電磁器材料の特性

| 試料番号 | 各成分 |    |    | 添加物                                  | d33(1kV)<br>pm·V <sup>-1</sup> | 備考 |
|------|-----|----|----|--------------------------------------|--------------------------------|----|
|      | X   | Y  | Z  |                                      |                                |    |
| 1    | 44  | 36 | 20 | —                                    | 680                            | *  |
| 2    | 42  | 38 | 20 | —                                    | 700                            | *  |
| 3    | 42  | 36 | 22 | —                                    | 660                            | *  |
| 4    | 42  | 32 | 26 | —                                    | 700                            | *  |
| 5    | 41  | 35 | 24 | —                                    | 700                            | *  |
| 6    | 40  | 40 | 20 | —                                    | 620                            | *  |
| 7    | 40  | 39 | 21 | —                                    | 620                            | *  |
| 8    | 40  | 38 | 22 | —                                    | 720                            | *  |
| 9    | 40  | 37 | 23 | —                                    | 820                            |    |
| 10   | 40  | 36 | 24 | —                                    | 620                            | *  |
| 11   | 40  | 35 | 25 | —                                    | 660                            | *  |
| 12   | 40  | 34 | 26 | —                                    | 640                            | *  |
| 13   | 40  | 32 | 28 | —                                    | 600                            | *  |
| 14   | 39  | 39 | 22 | —                                    | 640                            | *  |
| 15   | 39  | 38 | 23 | —                                    | 800                            |    |
| 16   | 39  | 37 | 24 | —                                    | 780                            |    |
| 17   | 38  | 40 | 22 | —                                    | 720                            | *  |
| 18   | 38  | 39 | 23 | —                                    | 800                            |    |
| 19   | 38  | 38 | 24 | —                                    | 1020                           |    |
| 20   | 38  | 37 | 25 | —                                    | 770                            |    |
| 21   | 38  | 36 | 26 | —                                    | 620                            | *  |
| 22   | 38  | 34 | 28 | —                                    | 600                            | *  |
| 23   | 37  | 40 | 23 | —                                    | 750                            |    |
| 24   | 37  | 39 | 24 | —                                    | 820                            |    |
| 25   | 37  | 38 | 25 | —                                    | 920                            |    |
| 26   | 37  | 37 | 26 | —                                    | 770                            |    |
| 27   | 36  | 40 | 24 | —                                    | 750                            |    |
| 28   | 36  | 39 | 25 | —                                    | 920                            |    |
| 29   | 36  | 38 | 26 | —                                    | 900                            |    |
| 30   | 36  | 37 | 27 | —                                    | 750                            |    |
| 31   | 36  | 36 | 28 | —                                    | 560                            | *  |
| 32   | 35  | 39 | 26 | —                                    | 800                            |    |
| 33   | 35  | 38 | 27 | —                                    | 750                            |    |
| 34   | 35  | 37 | 28 | —                                    | 600                            | *  |
| 35   | 34  | 40 | 26 | —                                    | 760                            |    |
| 36   | 34  | 39 | 27 | —                                    | 780                            |    |
| 37   | 34  | 38 | 28 | —                                    | 660                            | *  |
| 38   | 34  | 36 | 30 | —                                    | 600                            | *  |
| 39   | 33  | 40 | 27 | —                                    | 750                            |    |
| 40   | 37  | 38 | 25 | 0.1wt%La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 860                            |    |
| 41   | 37  | 38 | 25 | 0.3wt%La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 900                            |    |
| 42   | 37  | 38 | 25 | 0.5wt%La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 780                            |    |
| 43   | 37  | 38 | 25 | 1.0wt%La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 740                            |    |

\* 印は本発明の範囲外

表1において、PNN-PT-PZの組成が、PNN38モル%、PT38モル%、PZ24モル%の試料（試料番号19）で圧電変位 $d_{33}$ のピーク値（1020 pm/V）が得られたことが分かる。また、組成がPNN38モル%、PT38モル%、PZ24モル%の周囲近傍に存在する試料についても、得られた圧電変位 $d_{33}$ の値は、比較的高い値を示しており、これを三角座標にて示すと図3のように表される。尚、図3は、図2における主要部分を拡大するとともに、各組成に対応して圧電変位 $d_{33}$ の値を1 kVにおける1 mm当たりの変位量（ $\mu\text{m}$ ）の値に換算した値を付加して示す説明図である。

## 【0028】

本発明者は、圧電磁器組成物の一般的特性等を考慮しつつ、表1及び図3に示す測定結果について種々検討を重ねた結果、圧電変位 $d_{33}$ の閾値として750 pm/Vを使用することが妥当であるとの結論に達した。

## 【0029】

そこで、表1における各試料について検討してみるに、試料番号1～8、10～14、17、21、22、31、34、37、38の組成にて得られた圧電変位 $d_{33}$ の値は、いずれも750 pm/V以下であり、前記閾値以下であることが分かる。一方、図3におけるA点（PNN40モル%、PT37モル%、PZ23モル%：試料番号9）、B点（PNN36モル%、PT37モル%、PZ27モル%：試料番号30）、C点（PNN33モル%、PT40モル%、PZ27モル%：試料番号39）およびD点（PNN37モル%、PT40モル%、PZ23モル%：試料番号23）の各組成点を結ぶ線上およびこの4点に囲まれた領域内では、PNN38モル%、PT38モル%、PZ24モル%の試料（試料番号19）で得られた圧電変位 $d_{33}$ のピーク値（1020 pm/V）を略中心として、その周囲近傍でいずれの組成においても750 pm/V（閾値）以上の値になることが分かる。

## 【0030】

ここに、前記A点、B点、C点及びD点で囲まれた領域内における各組成の試料について、その誘電特性をインピーダンスアナライザを使用して測定した結果、1 kHzにおける比誘電率は、いずれの組成においても3550～1700の

範囲に存在しており、比誘電率の値はかなり低い値に維持されていることが確認された。

#### 【0031】

前記したように、実施例1に係る圧電磁器組成物によれば、比誘電率を3550～1700の範囲で低く抑制しつつ、圧電変位 $d_{33}$ を750 pm/V以上の大きな歪量を実現することができる。

#### 【0032】

ここで、前記のように生成された圧電磁器組成物からインクジェットヘッド用圧電アクチュエータとして作用する圧電シートを形成し、かかる圧電シートをインクジェットプリンタヘッドに使用した例について図4乃至図7に基づき説明する。図4はインクジェットプリンタヘッドの分解斜視図、図5はインクジェットプリンタヘッドの圧電シートとキャビティプレートとの要部分解斜視図、図6はインクジェットプリンタヘッドのインク圧力室と駆動電極との概略構成を示す図で、(A)は平面図、(B)は縦断面図、図7はインクジェットプリンタヘッドの圧電シート上に形成される駆動電極の配置構成を模式的に示す要部拡大斜視図である。

#### 【0033】

図4乃至図7に示すように、インクジェットプリンタヘッド1は、略長方形に形成された薄い金属板の積層構造からなるキャビティプレート2の上に、平面視略台形状若しくは略平行四辺形状のプレート型の5枚の各圧電シート20、20、20、20、20が互いに隣接した状態で積層された構造となっている。また、キャビティプレート2の表面には、ほぼ菱形形状に形成されたインク圧力室19Aが要求される印字密度に対応して複数列配列されている。また、この複数列の各インク圧力室19Aは、このインク圧力室19Aの鋭角部を互いに他の列のインク圧力室19A間に入り込ませるように高密度に配置されている。

#### 【0034】

また、キャビティプレート2は、略長方形の金属板の板材を9枚積層した9層構造になっている。具体的には、キャビティプレート2は、図6(B)に示すように、下層から、ノズルプレート11、カバープレート12、第一マニホールド

プレート 1 3、第二マニホールドプレート 1 4、第三マニホールドプレート 1 5、サプライプレート 1 6、アパーチャプレート 1 7、スパーサプレート 1 8 及びベースプレート 1 9 の 9 枚の薄い金属板を積層した構造となっている。また、図 4 に示すように、キャビティプレート 2 の長手方向の両端縁部には、インクが供給される各フィルタ孔 1 9 B、1 9 B が形成され、この各フィルタ孔 1 9 B、1 9 B には、インク内のゴミが侵入するのを防ぐための微細な貫通孔が多数形成される各フィルタ 2 1、2 1 が積層されている。

## 【 0 0 3 5 】

また、図 6 に示すように、ノズルプレート 1 1 には、微小径のインク噴出用のノズル 1 1 A が、多数個穿設されている。また、カバープレート 1 2 には、各ノズル 1 1 A に対向する位置に該ノズル 1 1 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 1 2 A が多数穿設されると共に、各マニホールドプレート 1 3、1 4、1 5 によって形成される後述のインクマニホールド通路の 1 つの壁面を構成している。

## 【 0 0 3 6 】

また、第 1 マニホールドプレート 1 3 には、前記貫通孔 1 2 A に対向する位置に該貫通孔 1 2 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 1 3 A が多数穿設されると共に、前記インクマニホールド通路を構成する溝状の孔部 1 3 B が長手方向に沿って延びるように各インク圧力室 1 9 A の各列に沿って複数列形成されている。

## 【 0 0 3 7 】

また、第 2 マニホールドプレート 1 4 には、前記貫通孔 1 3 A に対向する位置に該貫通孔 1 3 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 1 4 A が多数穿設されると共に、前記インクマニホールド通路を構成する溝状の孔部 1 4 B が長手方向に沿って延びるように各インク圧力室 1 9 A の各列に沿って複数列形成されている。

## 【 0 0 3 8 】

また、第 3 マニホールドプレート 1 5 には、前記貫通孔 1 4 A に対向する位置に該貫通孔 1 4 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 1 5 A が多数穿

設されると共に、前記インクマニホールド通路を構成する溝状の孔部 15 B が長手方向に沿って延びるように各インク圧力室 19 A の各列に沿って複数列形成されている。

【0039】

また、サプライプレート 16 には、前記貫通孔 15 A に対向する位置に該貫通孔 15 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 16 A が多数穿設されている。また、このサプライプレート 16 の貫通孔 16 A に対して上記インク圧力室 19 A の鋭角部と反対の対角線方向で、かつ、前記孔部 15 B の側端縁部の近傍位置（図 6（B）中、右側端縁部の近傍位置）には、インクマニホールド通路に連通してインクの供給通路を形成する貫通孔 16 B が多数穿設されている。

【0040】

ここで、図 6（B）に示すように、カバープレート 12 の上面部、溝状の各孔部 13 B、14 B、15 B、及びサプライプレート 16 の底面部によって構成され、インクを各インク圧力室 19 A に供給する共通のインク室として働くインクマニホールド通路が長手方向に複数列形成されいてる。

【0041】

また、アパーチャプレート 17 には、前記貫通孔 16 A に連通した微小径のインクの通路である貫通孔 17 A が多数穿設されている。また、このアパーチャプレート 17 には、各インク圧力室 19 A のインク供給側の鋭角部の下側の位置に貫通孔 17 B が穿設されると共に、該貫通孔 17 B の下端部から前記貫通孔 16 B に対向する位置まで溝状の凹部であるアパーチャ部 17 C が底面部に形成されている。このアパーチャ部 17 C は、アパーチャプレート 17 の厚みの約半分程度の深さの溝に形成されている。

【0042】

また、スペーサプレート 18 には、前記各貫通孔 17 A に連通する貫通孔 18 A が多数穿設されている。また、スペーサプレート 18 には、前記各貫通孔 17 B に連通する貫通孔 18 B が多数穿設されている。

【0043】

また、ベースプレート 19 には、略菱形形状のインク圧力室 19 A が多数形成

されている。また、前記スペーサプレート18に穿設された各貫通孔18A、18Bは、インク圧力室19Aの各鋭角部に対向するように配置されている。そして、この各インク圧力室19Aの上面部は、上側に積層される各圧電シート20、20、20、20、20によって塞がれている。

#### 【0044】

また、圧電シート20の上面部には、各インク圧力室19Aに対応する位置に前記菱形のインク圧力室19Aの投影形状よりも少し小さいほぼ相似形の略菱形形状を有する駆動電極20Aが形成されている。また、図6(A)に示すように、インク圧力室19Aのインク供給側の鋭角部に対応する該駆動電極20Aの鋭角部から連続して矢印形状のランドパターン20Bが形成されている。

#### 【0045】

次に、圧電シート20の概略構造及び該圧電シート20と電源回路部（不図示）から延設されるフレキシブルプリント配線板（FPC）との電氣的な接続構造について図8及び図9に基づいて説明する。図8はインクジェットプリンタヘッド1の圧電シート20の要部拡大縦断面図、図9はインクジェットプリンタヘッド1の圧電シート20の内部の電気接続構造を模式的に示す分解斜視図である。

図8及び図9に示すように、圧電シート20は、5枚の第1圧電層21、第2圧電層22、第3圧電層23、第4圧電層24、及び第5圧電層25を積層した構造に形成されている。

また、第1圧電層21の上面部には、上記のように各インク圧力室19Aに対応する位置に該インク圧力室19Aの投影形状よりも少し小さいほぼ相似形の略菱形の駆動電極20Aと、該駆動電極20Aの鋭角部から連続して形成される矢印形状のランドパターン20Bが形成されている。また、各ランドパターン20Bの略中央部には、貫通孔20Cが穿設されている。

#### 【0046】

また、第2圧電層22は、前記貫通孔20Cに対向する位置に貫通孔22Aが多数穿設されている。そして、この第2圧電層22の上面部には、各貫通孔22Aの上端周縁部の近傍位置を除く、ほぼ全面に渡ってコモン電極22Bが形成されている。また、このコモン電極22Bの端部は、第2圧電層22の側面端部に



露出するように形成されている。

【 0 0 4 7 】

また、第3圧電層23の上面部には、前記各駆動電極20A及びランドパターン20Bに対応する位置に、該駆動電極20A及びランドパターン20Bとほぼ同じ形状の内部電極23Aが多数形成されている。

【 0 0 4 8 】

また、第4圧電層24の上面部には、ほぼ全面に渡ってコモン電極24Aが形成されている。また、このコモン電極24Aの端部は、第4圧電層24の側面端部に露出するように形成されている。

【 0 0 4 9 】

また、第5圧電層25の上面部には、電極は形成されていない。

ここで、第1圧電層21の各貫通孔20Cと第2圧電層22の各貫通孔22Aとは連通して、各スルーホール30が形成され、該各スルーホール30内に導電性材料（例えば、タングステンやモリブデン等）が充填されている。これにより、各ランドパターン20Bと各内部電極23Aとは、該スルーホール30を介して電氣的に接続されている。

【 0 0 5 0 】

また、図8に示すように、圧電シート20の上面部には、不図示の電源回路部から延設されるフレキシブルプリント配線板（FPC）32が配設される。このFPC32は、各ランドパターン20Bに対向する位置まで配線された銅箔より構成される導体部33と、これら導体部33の上面部に接着されるベースフィルム34と、これら導体部33の下面部に接着されるカバーフィルム35とから構成されている。また、このカバーフィルム35の各ランドパターン20Bに対向する位置、即ち各導体部33の端縁部には、貫通孔35Aが多数穿設されている。そして、導体部33の各貫通孔35Aに対応する部分には、各ランドパターン20Bに接続するための予備半田36が形成されている。

従って、各予備半田36を各ランドパターン20Bに重ね合わせて、半田付けすることにより、各導体部33とランドパターン20Bとが接合されると共に、スルーホール30を介して各導体部33と各内部電極23Aとが電氣的に接続さ

れる。

#### 【0051】

上記のように構成された第1乃至第5圧電層21、22、23、24、25の内、FPC32を介して第1圧電層21の駆動電極20A及び第3圧電層23の内部電極23Aと、第2圧電層22のコモン電極22B及び第4圧電層24のコモン電極24Aとの間に駆動電圧を印加することにより、第1乃至第5圧電層21、22、23、24、25が変形して、キャビティプレート2の対応するインク圧力室19A内のインクに圧力を加えることができる。

#### 【0052】

よって、第1乃至第3圧電層21、22、23の駆動電極20A及び内部電極23Aに対応した部分が電圧印可時に撓む活性部を構成することになる。また、第1乃至第5圧電層21、22、23、24、25を焼成する場合に、圧電セラミックスと電極を構成する金属材料では焼成した場合の収縮率が異なるので、シート全体が反ったり波打ったりすることがある。第4及び第5圧電層24、25は、焼成後に第1乃至第5圧電層21、22、23、24、25が反ったり、あるいは波打ったりしてその平面性が損なわれないようにするため、及び、第1乃至第3圧電層21、22、23の活性部がインク圧力室19A方向へのみ変形するようにするための拘束層として機能する。

#### 【0053】

次に、上記のように構成されるインクジェットプリンタヘッド1の動作を図6に基づいて説明する。

図6に示すように、カバープレート12の上面部、溝状の各孔部13B、14B、15B、及びサプライプレート16の底面部から構成されるインクマニホールド通路から供給されるインクは、貫通孔16B、アパーチャ部17C、貫通孔17B及び貫通孔18Bを経て、インク圧力室19Aに流入する。そして、FPC32を介してランドパターン20Bと各コモン電極22B、24Aとの間に駆動電圧が印可されると、圧電シート20がインク圧力室19A側に変形して、インク圧力室19A内のインクは押し出され、各貫通孔18A、17A、16A、15A、14A、13A、12Aを経て、ノズル11Aから吐出される。

## 【 0 0 5 4 】

前記のように構成されたインクジェットプリンタヘッド1に対して、従来のヘッド駆動回路を使用してヘッド駆動を行ったところ、駆動電圧を従来比で35%程度低下させることができた。これより、前記圧電磁器組成物から形成された圧電シート20（インクジェットヘッド用圧電アクチュエータ）は、より低電圧で駆動することが可能となり、ヘッド駆動回路の小型化を図ることができ、また、ヘッド駆動回路の設計における自由度を増大させることができるものである。

## 【 0 0 5 5 】

また、前記圧電磁器組成物から形成した圧電シート20（インクジェットヘッド用圧電アクチュエータ）を使用した場合には、より低電圧で駆動することが可能となり、ヘッド駆動回路の小型化を図ることができる。特に、前記圧電シート20を使用すれば駆動電極20A及び内部電極23Aに対応する活性部が狭くなっても必要な変位を得られることから、ヘッド駆動回路をより微細化し且つ高密度化することが可能となる。

## 【 0 0 5 6 】

また、前記圧電磁器組成物によれば、比誘電率を3550～1700の範囲で比較的低くすることができることから、入力信号に対する応答特性を向上してより高速駆動が可能となり、無駄な電力消費を抑制してヘッド駆動回路の設計における自由度を増大させることが可能となる。

## 【 0 0 5 7 】

続いて、圧電磁器組成物の実施例2について、表1及び図10に基づき説明する。図10は、圧電磁器組成物に対して $\text{La}_2\text{O}_3$ を添加した場合における添加物効果を説明するグラフである。尚、図10において、縦軸は機械的品質係数 $Q_m$ 、横軸は $\text{La}_2\text{O}_3$ の添加量（wt%）を示す。

## 【 0 0 5 8 】

## （実施例2）

実施例2に係る圧電磁器組成物は、出発原料としての酸化鉛（ $\text{PbO}$ ）、酸化ニッケル（ $\text{NiO}$ ）、酸化ニオブ（ $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ）、酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）及び酸化ジルコニウム（ $\text{ZrO}_2$ ）に加えて、添加物として $\text{La}_2\text{O}_3$ を焼結後の組成物に対

して目的の量となるように秤量して混合し、各材料の焼結時に 1 2 6 0 °C で 3 時間焼成した点以外の点については、前記実施例 1 の場合と同様にして生成された。

#### 【0059】

尚、実施例 2 に係る圧電磁器組成物は、表 1 における試料番号 4 0 ~ 4 3 に示されるように、PNN-PT-PZ の基本組成として、前記 A 点、B 点、C 点及び D 点で囲まれる領域で比較的高い圧電変位  $d_{33}$  が得られた、PNN 37 モル %、PT 38 モル %、PZ 25 モル % (試料番号 25) の組成に対して、 $\text{La}_2\text{O}_3$  をそれぞれ 0.1 wt % (試料番号 40)、0.3 wt % (試料番号 41)、0.5 wt % (試料番号 42)、及び、1.0 wt % (試料番号 43) 添加したものである。

#### 【0060】

表 1 から明らかなように、 $\text{La}_2\text{O}_3$  を 0.1 wt % 添加した試料 40、 $\text{La}_2\text{O}_3$  を 0.3 wt % 添加した試料 41、及び、 $\text{La}_2\text{O}_3$  を 0.5 wt % 添加した試料 42 について、前記と同様に測定された圧電変位  $d_{33}$  の値は、いずれも閾値である 750 pm/V 以上の値が測定された。一方、 $\text{La}_2\text{O}_3$  を 1.0 wt % 添加した試料 43 について測定された圧電変位  $d_{33}$  の値は、740 pm/V であり、閾値 (750 pm/V) 以下の値である。

#### 【0061】

また、前記実施例 1 の場合と同様にして、試料 40 ~ 43 について、その誘電特性をインピーダンスアナライザを使用して測定したところ、1 kHz における比誘電率は、試料 40 ~ 42 については 3100 ~ 3300 であったが、試料 43 については 3700 と比較的高い値が測定された。

#### 【0062】

前記より、試料 40 ~ 42 については、前記実施例 1 の場合と同様、比誘電率を 3100 ~ 3300 の範囲で低く抑制しつつ、圧電変位  $d_{33}$  を 750 pm/V 以上の大きな歪量を実現することができるものの、試料 43 については圧電変位  $d_{33}$  が閾値 (750 pm/V) 以下の値しか得られず、また、比誘電率が 3700 と比較的高いことから、試料 40 ~ 42 に比して圧電変位  $d_{33}$ 、比誘電

率の点で若干劣っていることが分かる。

【0063】

更に、図10に示すように、各試料40～43について機械的品質係数 $Q_m$ と $La_2O_3$ の添加量との関係を測定したところ、機械的品質係数 $Q_m$ は、 $La_2O_3$ の添加量が0.1wt%で若干低下し、 $La_2O_3$ の添加量が0.3wt%まで増加すると急激に低下することが分かる。更に、 $La_2O_3$ の添加量が0.3wt%から0.5wt%まで増加しても機械的品質係数 $Q_m$ の低下は極めて小さく、かかる傾向は、 $La_2O_3$ の添加量が1.0wt%まで増加しても殆ど変化しないことが分かる。

これより、圧電磁器組成物に $La_2O_3$ を添加する場合には、その添加量が0.1wt%～0.5wt%の範囲で機械的品質係数 $Q_m$ を効果的に低下させることができるものである。

【0064】

前記したように実施例2に係る試料40～42に対応する圧電磁器組成物では、 $La_2O_3$ を0.1wt%～0.5wt%添加することにより、比誘電率を3100～3300の範囲で低く抑制するとともに、圧電変位 $d_{33}$ を750pC/V以上の大きな歪量を維持しつつ、機械的品質係数 $Q_m$ を効果的に低下させることができる。

【0065】

前記のように生成された実施例2に係る圧電磁器組成物からインクジェットヘッド用圧電アクチュエータとして作用する圧電シートを形成し、かかる圧電シートを使用して前記実施例1の場合と同様にして作製したインクジェットプリンタヘッドに対して、従来のヘッド駆動回路を使用してヘッド駆動を行ったところ、駆動電圧を従来比で35%程度低下させることができた。これより、前記圧電磁器組成物から形成された圧電シート20（インクジェットヘッド用圧電アクチュエータ）は、より低電圧で駆動することが可能となり、ヘッド駆動回路の小型化を図ることができ、また、ヘッド駆動回路の設計における自由度を増大させることができるものである。

【0066】

また、前記圧電磁器組成物から形成した圧電シート20（インクジェットヘッ

ド用圧電アクチュエータ) を使用した場合には、より低電圧で駆動することが可能となり、ヘッド駆動回路の小型化を図ることができる。特に、前記圧電シート 20 を使用すれば駆動電極 20A 及び内部電極 23A に対応する活性部が狭くなっても必要な変位を得られることから、ヘッド駆動回路をより微細化し且つ高密度化することが可能となる。

【0067】

また、前記圧電磁器組成物によれば、比誘電率を 3100~3300 の範囲で比較的低くすることができることから、入力信号に対する応答特性を向上してより高速駆動が可能となり、無駄な電力消費を抑制してヘッド駆動回路の設計における自由度を増大させることが可能となる。

【0068】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、比誘電率を低く抑制しつつ大きな歪量を具現することが可能な圧電磁器組成物及びかかる圧電磁器組成物を使用したインクジェットヘッドの圧電アクチュエータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施形態に係る圧電磁器組成物の組成領域を三角座標で表した説明図である。

【図2】

各試料番号 1~39 のそれぞれに対応する組成を三角座標で示す説明図である。

【図3】

図2における主要部分を拡大するとともに、各組成に対応して圧電変位  $d_{33}$  の値を 1 kV における 1 mm 当たりの変位量 ( $\mu\text{m}$ ) の値に換算した値を付加して示す説明図である。

【図4】

インクジェットプリンタヘッドの分解斜視図である。

【図5】

インクジェットプリンタヘッドの圧電シートとキャビティプレートとの要部分解斜視図である。

【図 6】

インクジェットプリンタヘッドのインク圧力室と駆動電極との概略構成を示す図で、(A)は平面図、(B)は縦断面図である。

【図 7】

インクジェットプリンタヘッドの圧電シート上に形成される駆動電極の配置構成を模式的に示す要部拡大斜視図である。

【図 8】

インクジェットプリンタヘッドの圧電シートの要部拡大縦断面図である。

【図 9】

インクジェットプリンタヘッドの圧電シートの内部の電気接続構造を模式的に示す分解斜視図である。

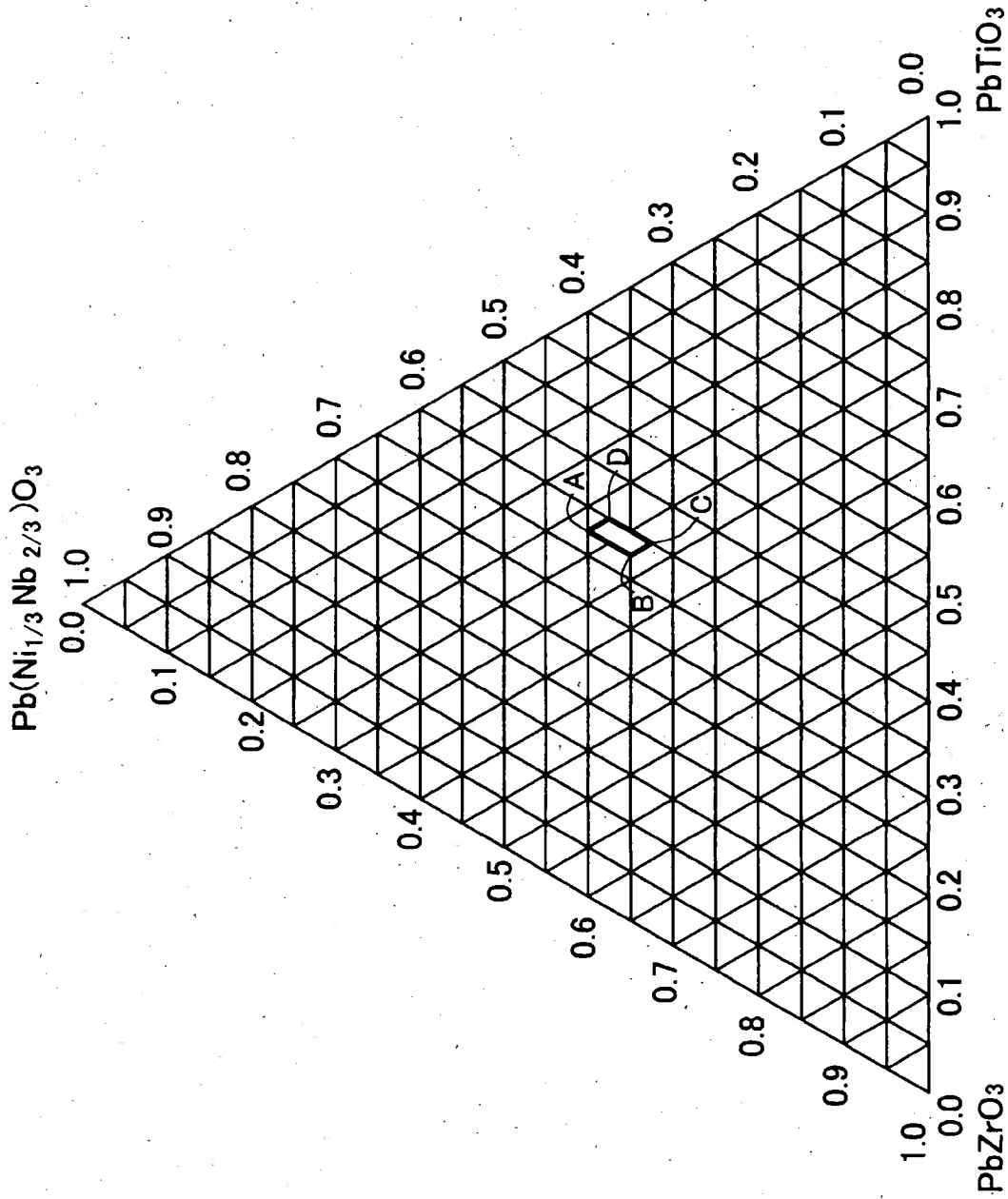
【図 10】

圧電磁器組成物に対して $\text{La}_2\text{O}_3$ を添加した場合における添加物効果を説明するグラフである。

【書類名】

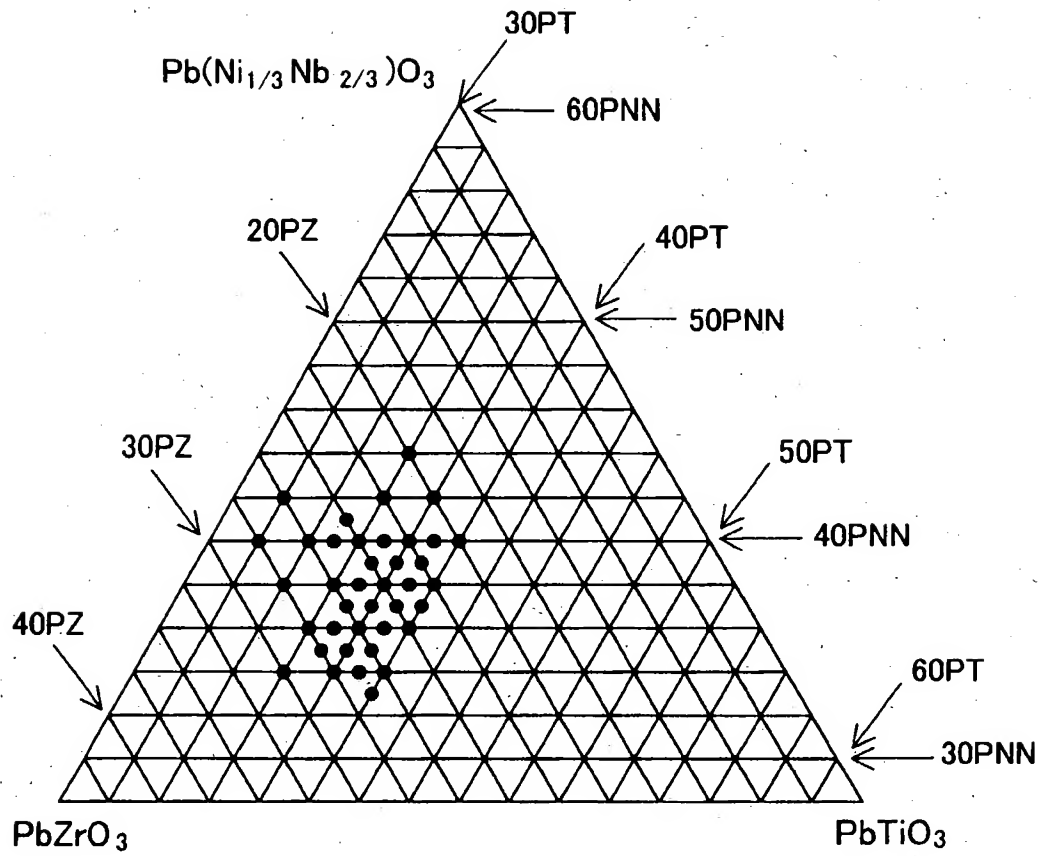
図面

【図 1】



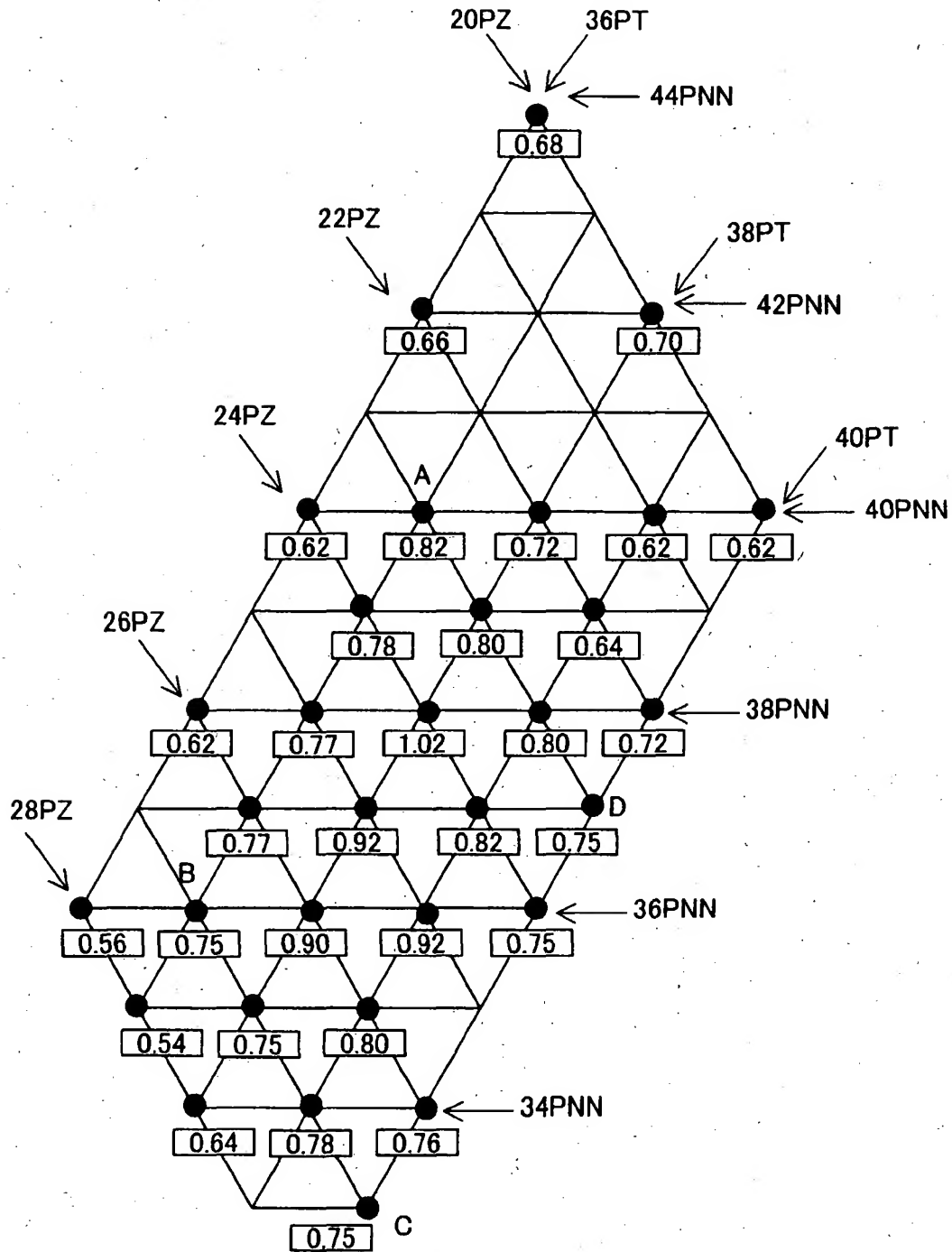


【図 2】

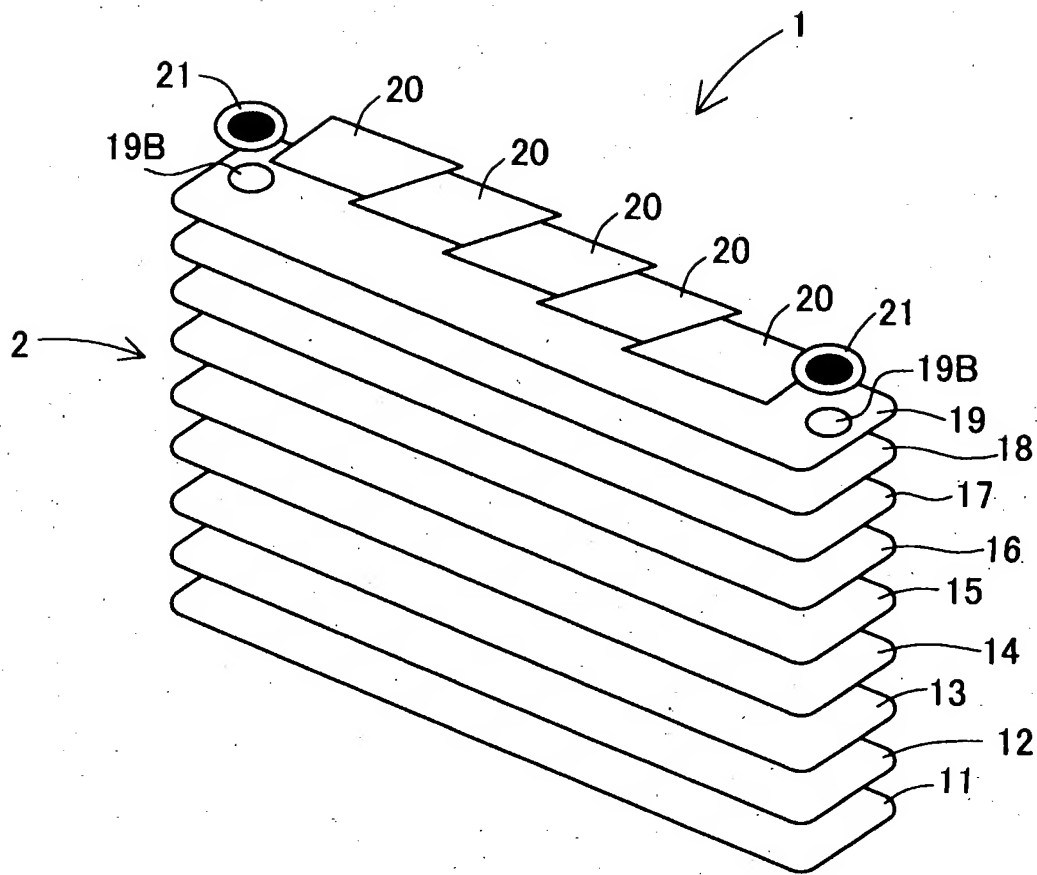


【図 3】

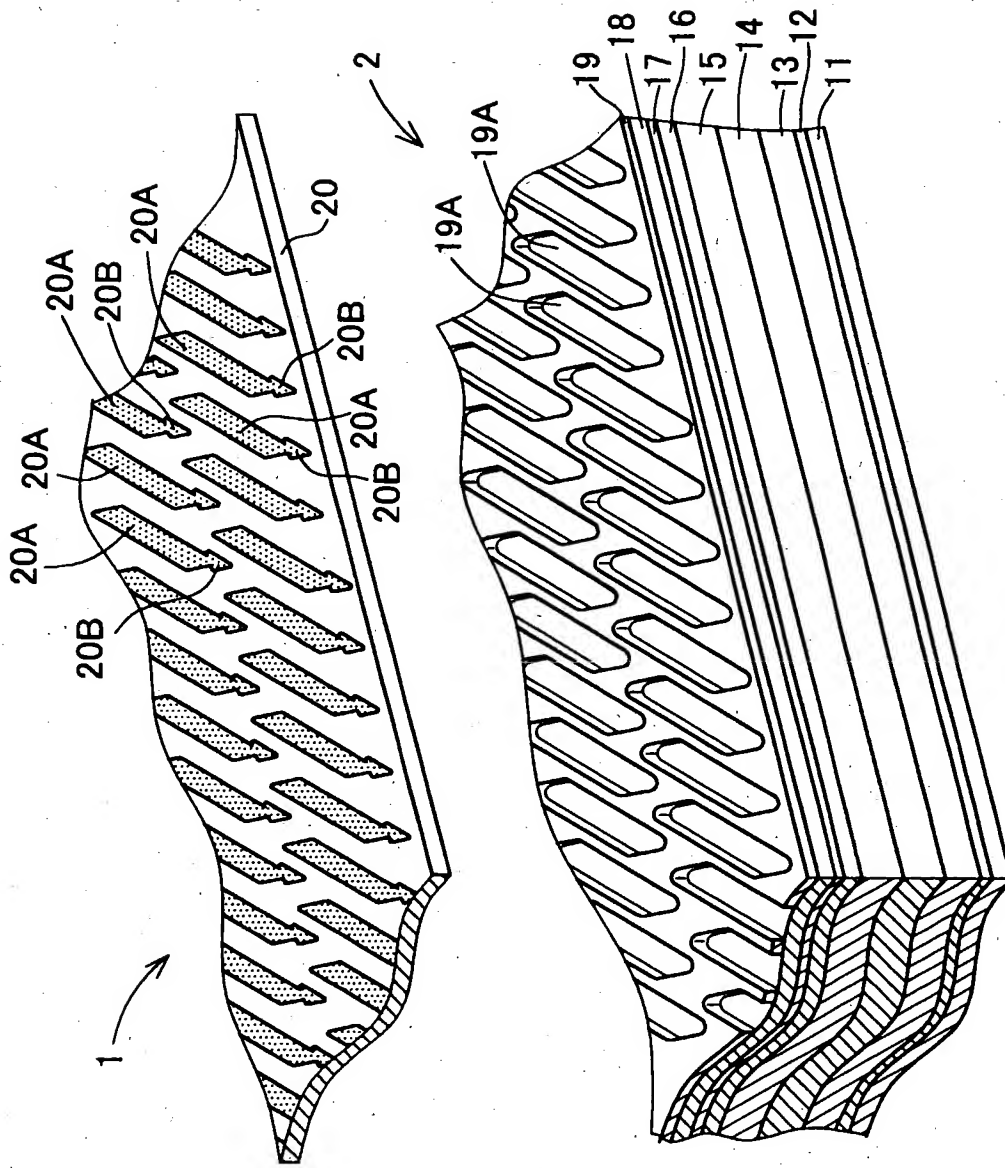
PNN-PT-PZ(系)の1kVにおける1mm当りの変位置量( $\mu\text{m}$ )



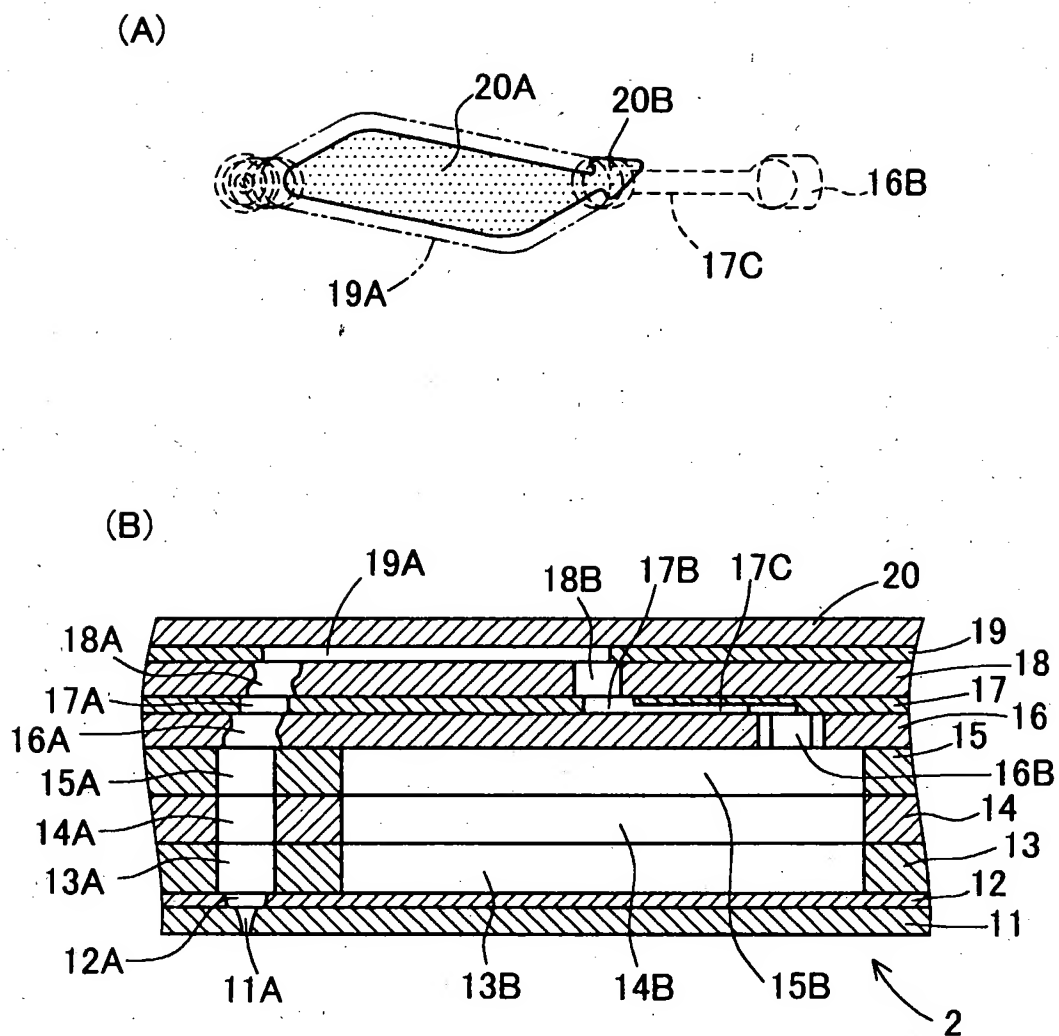
【図 4】



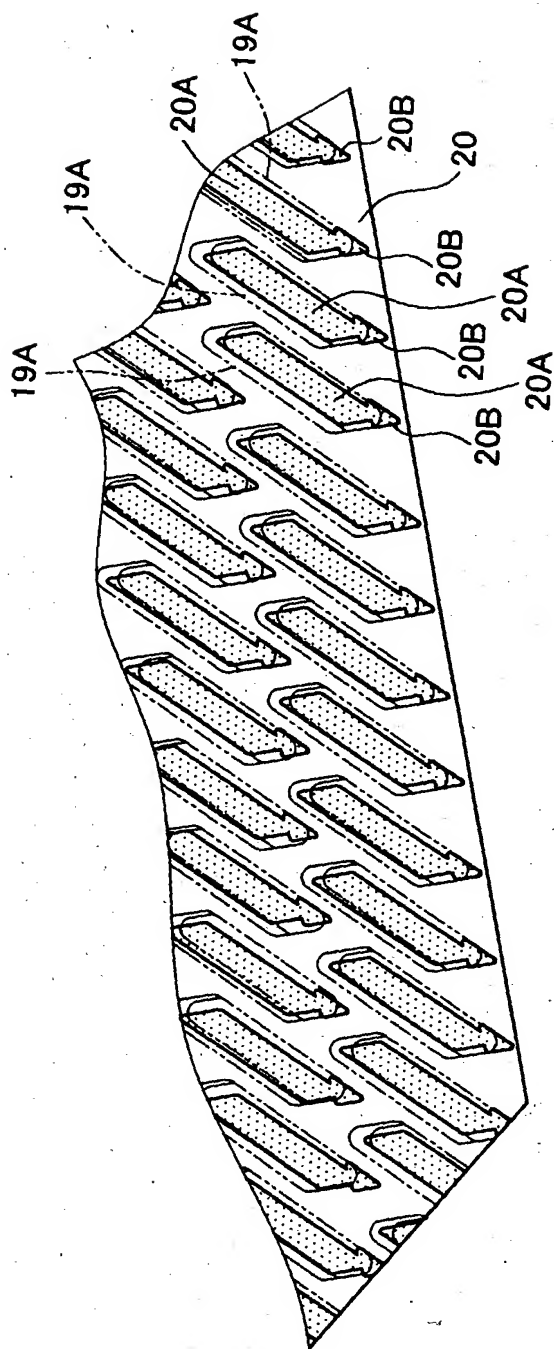
【図5】



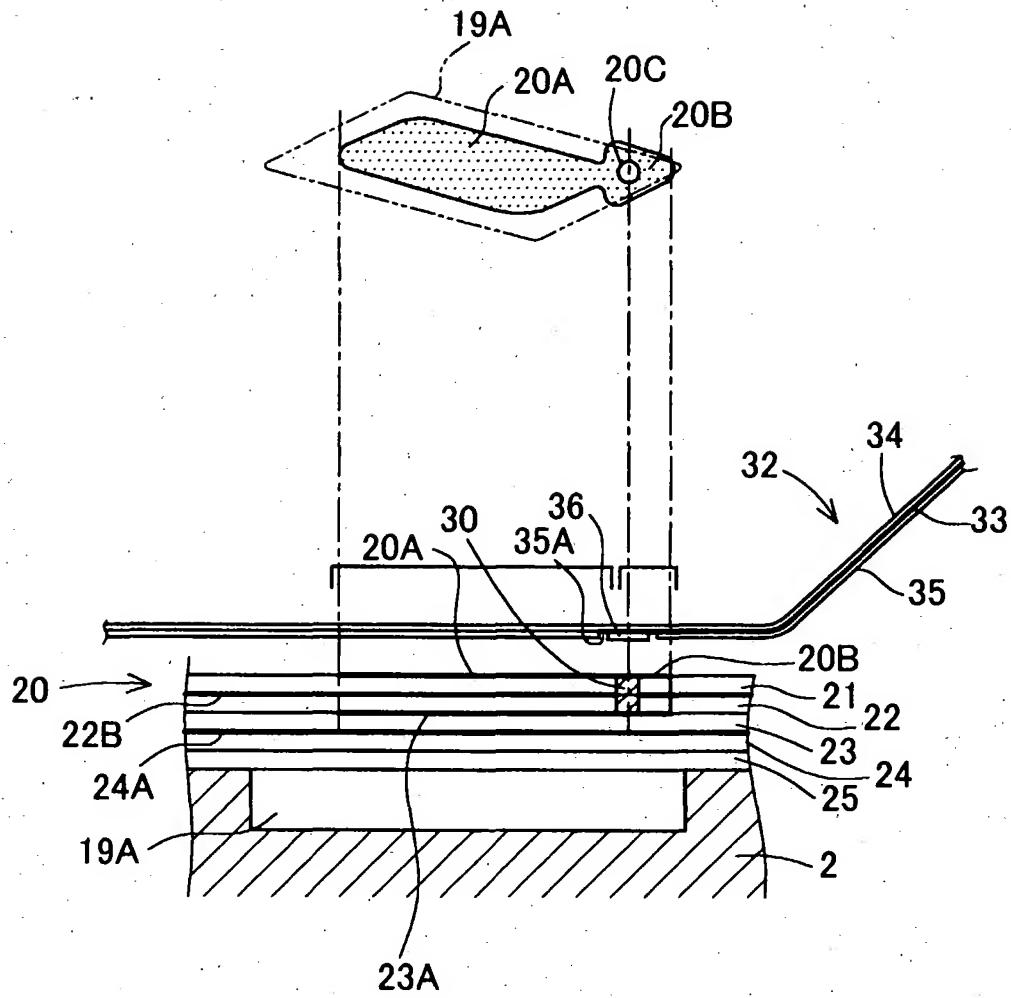
【図 6】



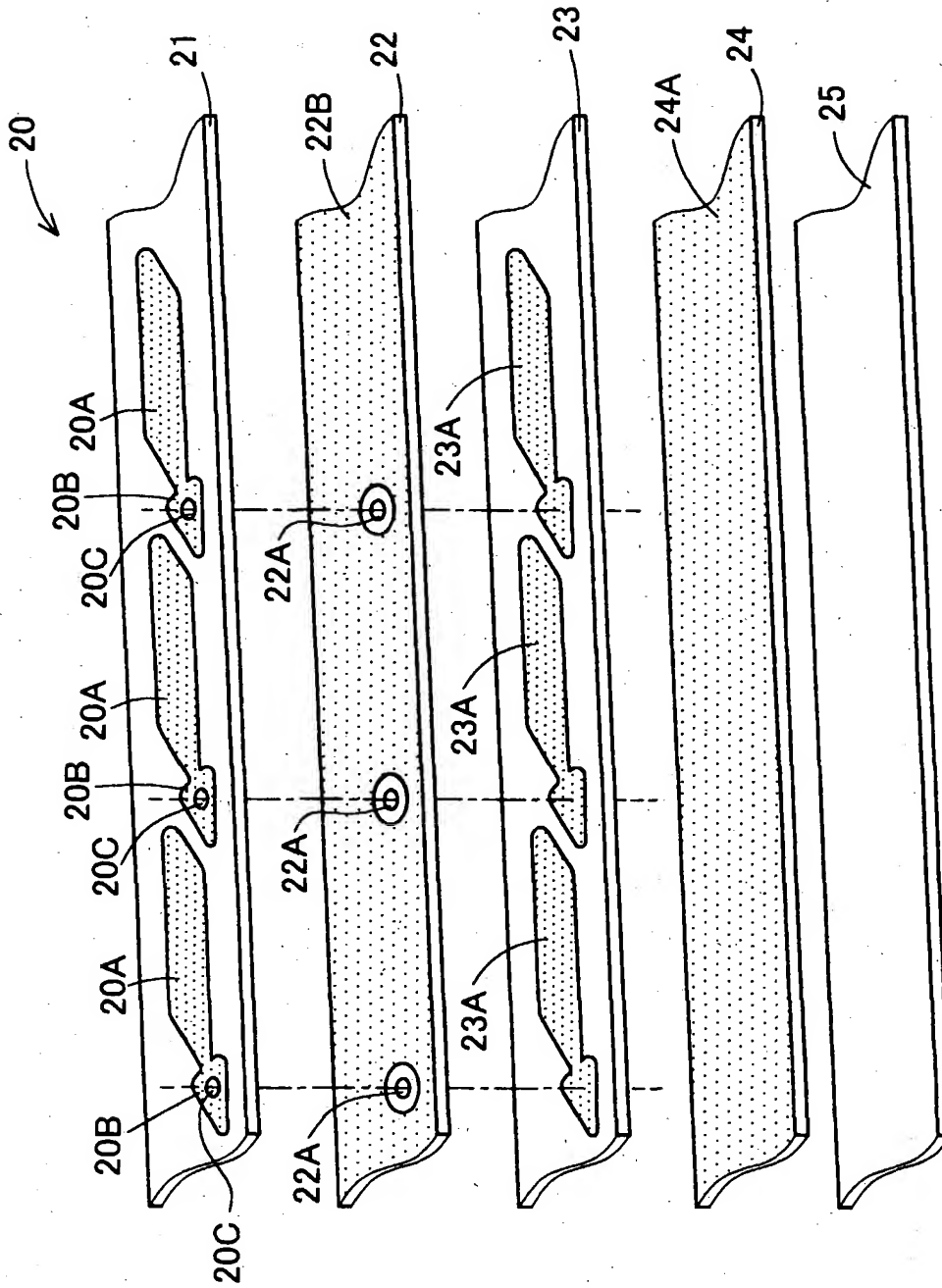
【図7】



【図 8】

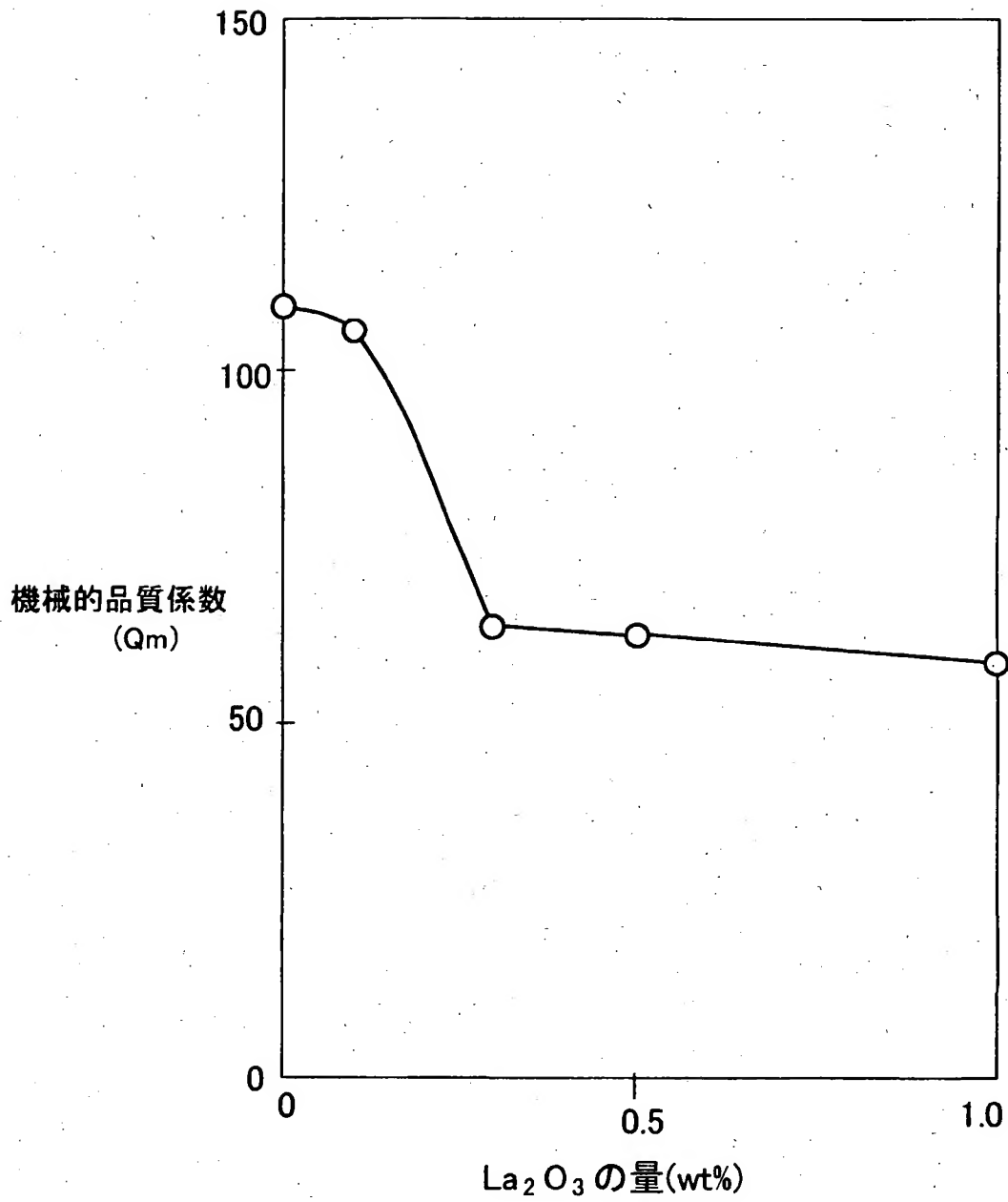


【図 9】





【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 比誘電率を低く抑制しつつ大きな歪量を具現することが可能な圧電磁器組成物及びかかる圧電磁器組成物を使用したインクジェットヘッドの圧電アクチュエータを提供する。

【解決手段】 複合ペロブスカイト型化合物の  $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  と単純ペロブスカイト型化合物  $\text{PbTiO}_3$  及び  $\text{PbZrO}_3$  とを主成分とする磁器組成物において、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ 、 $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{PbZrO}_3$  を頂点とする三角座標中、 $\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$  を X モル%、 $\text{PbTiO}_3$  を Y モル%、 $\text{PbZrO}_3$  を Z モル%とした場合（但し、 $X+Y+Z=100$  とする）、その組成範囲が A 点（ $X=40$ ， $Y=37$ ， $Z=23$ ）、B 点（ $X=36$ ， $Y=37$ ， $Z=27$ ）、C 点（ $X=33$ ， $Y=40$ ， $Z=27$ ）および D 点（ $X=37$ ， $Y=40$ ， $Z=23$ ）の各組成点を結ぶ線上およびこの 4 点に囲まれた領域とする範囲を主成分とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005267]

1. 変更年月日 1990年11月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

氏 名 ブラザー工業株式会社